Hospital Operation Room Ventilation

ခွဲစိတ်ခန်းများ၏ Air Distribution System သည် ရုံးခန်းများ နှင့် shopping center များ၏ Air Distribution ထက်ပို၍ အသေးစိတ် တိကျစွာ ဒီဇိုင်း ပြုလုပ်ရန်လိုအပ်သည်။ (much more critical and specialized) ဖြစ်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ရုံးခန်းများ အတွက် Air Distribution System ဒီဇိုင်း ပြုလုပ်ရာတွင် Supply air ကို အခန်း အတွင်းသို့ရောက်အောင် ပို့ပေးရုံဖြင့် Supply air နှင့် room air တို့ ရောနှော (Mixed) သွားက အခန်းအတွင်းတွင် uniform temperature zone ဖြစ်ပေါ် လာနိုင်သည်။

ထိုကဲ့သို့ air distribution system မျိုးကို ဆေးရုံ ရှိ ခွဲစိတ်ခန်းများအတွက် အသုံးပြုရန်မသင့်လျော်ပါ။ လေထဲ တွင်ရှိသော airborne contaminants များသည် အခန်းအတွင်းရှိ နေရာအားလုံးသို့ ပျံ့နှံ့ ရောက်ရှိသွားလိမ့်မည်။ ခွဲစိတ်ခန်း၏ Air Distribution System ဒီဇိုင်းတွင် thermal comfort ကိုသာမက airborne contaminant များကို တိကျစွာထိန်းချုပ်နိုင်ရန်လိုအပ်သည်။ Airborne contaminant များကြောင့် ခွဲစိတ်ပြီးနောက်ပိုင်းမှ ဖြစ်ပေါ်တတ် သည့် ရောဂါများ (post-operative infection) ရရှိနိုင်သည်။ Infection အများစုမှာ လူနာ၏ ခန္ဓာကိုယ်မှသော်လည်း ကောင်း၊ ခွဲစိတ်ဆရာဝန်များနှင့် သူနာပြုများမှသော်လည်းကောင်း၊ ခွဲစိတ်ခန်းသုံးပစ္စည်းများကြောင့်သော်လည်း ကောင်း ရောဂါကူးစက်ခံရခြင်း ဖြစ်သည်။

ခွဲစိတ်ခန်းအတွင်းသို့ ပြင်ပမှ Particles များမဝင်ရောက်နိုင်ရန် ventilation system တွင် high efficiency particulate filter (HEPA) များအသုံးပြုထားသည်။ အနီးဝန်းကျင်မှ ပိုးမွှားများနှင့် အမှုန့်အမှိုက်များ ခွဲစိတ်ခန်း အတွင်းသို့မဝင်ရောက်နိုင်ရန် (infiltration မဖြစ်စေရန်) ခွဲစိတ်ခန်းအတွင်းတွင် positive pressure ဖြစ်အောင် ပြုလုပ်ထားသည်။

Airborne Contaminant ကိုဖြစ်စေသည့် အဓိက အကြောင်း ၂ ခုမှာ

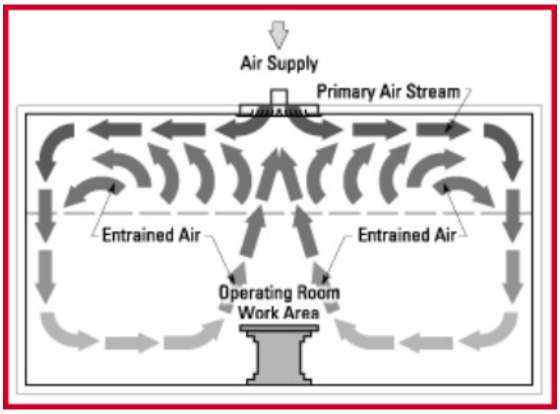
၁) ခွဲစိတ်ခန်းအတွင်းတွင် micro-organism (ဗက်တီးရီးယားများ၊ မှိုများစသည်တို့) ရှိခြင်း နှင့်

၂) ventilation နှင့် infiltration တို့ကြောင့် particles များ ဝင်ရောက်လာခြင်း ဖြစ်သည်။

ခွဲစိတ်ဆရာဝန်များ၊ သူနာပြုများနှင့် လူနာတို့ကြောင့်လည်း Contamination ဖြစ်ပေါ်သည်။ Air Distribution System သည့် Operation Room ၏ မည်သည့် contamination ကိုမဆို ဖယ်ရှား နိုင်စွမ်းရှိရမည်။ System သည် contaminate ဖြစ်သွားသည့်လေများ (Airborne contaminant ပါဝင်နေသည့် လေများ) ကို ကန့်သတ်ခွဲခြားနိုင်ပြီး (isolate လုပ်နိုင်ပြီး) ခွဲစိတ်ခန်းအတွင်းမှ ဖယ်ထုတ်နိုင်စွမ်းရှိရမည်။ ဝင်လာသည့် supply air နှင့် မရောနှောသွားအောင် (Mixing မဖြစ်အောင်)

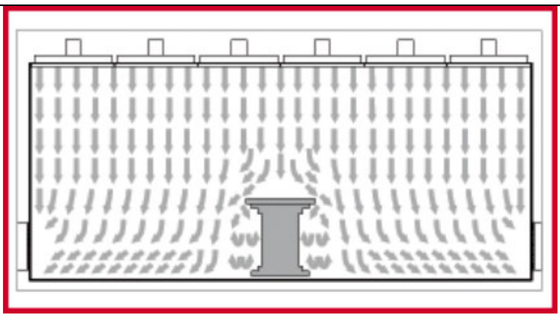
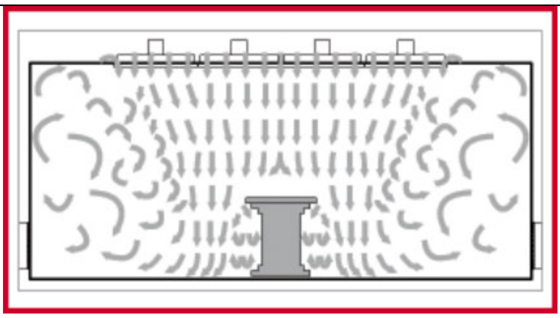
လည်း တားဆီးနိုင်စွမ်း ရှိရမည်။ အကောင်းဆုံးနှင့် အရိုးရှင်းဆုံး နည်းမှာ fresh air ကို များနိုင်သမျှများအောင် ထည့်ပေးခြင်းဖြစ်သည်။

Fresh air ventilation rate များခြင်းကြောင့် cooling load (latent heat load နှင့် sensible heat load) များလာလိမ့်မည်။ Airborne Contaminant များကိုထိန်းချုပ်ရန် အတွက်အကောင်းဆုံးသော effective အဖြစ်ဆုံး သောနည်းလမ်း မှာ ခွဲစိတ်ခန်းအတွင်းသို့ Low uniform velocity ဖြင့် supply air ကိုထည့်ပေးခြင်းဖြစ်သည်။ Low uniform velocity သည် stable downward air flow ကိုဖြစ်စေသည်။ Lamina Flow System ဟုလည်း ခေါ်သည်။ Lamina Flow Ventilation System တွင် မျက်နှာကြက် (ceiling) တစ်ခုလုံးကို Lamina Flow Diffuser များဖြင့်တပ်ဆင်ထားသည်။ ထိုကဲ့သို့ uniform velocity ဖြစ်နေသည့် Lamina Air flow pattern ရရှိရန်အတွက် ပိုများသည့်လေလည်ပတ်မှုနှုန်း (Higher Air Change Rate) ရှိရန်လိုအပ်သည်။ Higher Air Change Rate ကြောင့် Energy သုံးစွဲမှုပိုများလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့် Energy Cost သည်လည်း ပိုများလိမ့်မည်။



Energy Consumption သက်သာစေရန်အတွက် Lamina air flow ကိုခွဲစိတ်ခန်းတစ်ခုလုံးအတွက် မပေးပဲ critical zone ဖြစ်သည့် operation table အနီးဝန်းကျင်ကိုသာပေးခြင်းဖြင့် လိုအပ်သော air change rate ကို လျှော့ ချနိုင်သည်။ ထိုကဲ့သို့ ဒီဇိုင်းမျိုးတွင် Lamina flow Diffuser များကို မျက်နှာကြက်တစ်ခုလုံး အပြည့်တပ်ဆင် ရမည့်အစား operation table အပေါ်တည့်တည့်တွင်သာ တပ်ဆင်ထားသည်။ Lamina flow diffuser များမှ လေ သည် low face velocity ဖြင့် ဆင်းလာသော်လည်း diffuser များမရှိသည့် ဘေးဘက်တွင် entrenchment of room air ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ Supply air ၏ အပူချိန်နှင့် အခန်းအတွင်းရှိ လေ၏အပူချိန် ခြားနားချက်တို့ကြောင့် (temperature differential) တို့ကြောင့် supply air သည် discharge air envelop ၏ အလည်သို့ ဦးတည်သွား သည်။ ထို့ကြောင့် Diffuser မှ

အကွာအဝေးများလာသည့်အမျှ clean zone (သန့်ရှင်းသောနေရာ) သည် ကျဉ်းမြောင်းသွားသည်။ Lamina flow diffuser များနေရာချသည့် အခါတွင် ဤအချက်ကိုထည့်သွင်း တွက်ချက်ရန် လိုအပ်သည်။

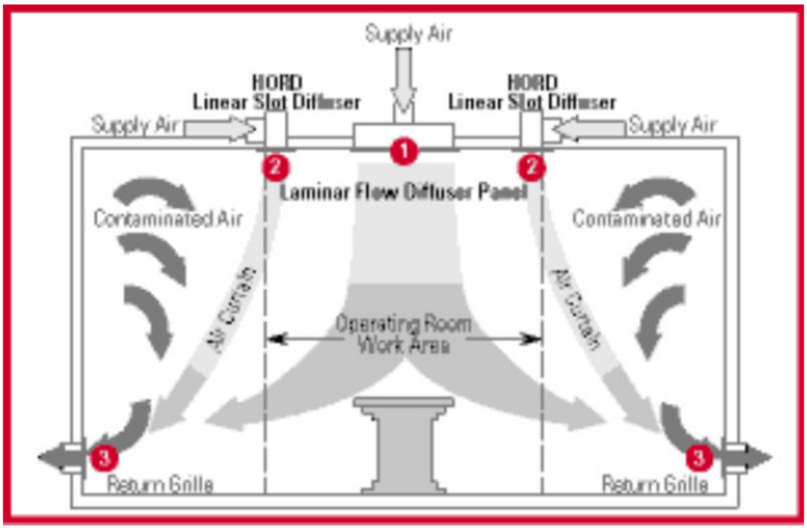
	**Laminar Flow - Full Ceiling Supply**
	**Laminar Flow - Partial Ceiling Supply**

Lamina flow ventilation system မှထွက်လာသည့် supply air များသည် HEPA filter (High Efficiency Particulate Air Filter) များဖြင့်စစ်ပြီးသားဖြစ်သည်။ HEPA filter များသည် Lamina flow ventilation system များတွင် ပါဝင်သည့် အစိတ်အပိုင်းများဖြစ်သည်။ HEPA filter များကို operation အခန်း၏ အပြင်ဘက်နေရာတွင် ထားရှိသောကြောင့် filter လဲခြင်း၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းများပြုလုပ်ရန် အတွက် Sterilized လုပ်ထားသည့် ခွဲစိတ်ခန်း အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ရန်မလိုပေ။ Diffuser များအနီးတွင် တပ်ဆင်ထားသော HEPA filter အမျိုးအစားမျိုးလည်း ရှိသည်။ အလွယ်တကူဖြုတ်နိုင်တပ်နိုင်၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန် လွယ်ကူသော်လည်း Sterile လုပ်ထားသည့် ခွဲစိတ်ခန်း အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်ပြီးမှသာ ပြုလုပ်၍ ရသည်။

တကယ်အရေးကြီးသောနေရာ (Clean zone) သည် operation table ၏ အနီးပတ်ဝန်းကျင်သာ ဖြစ်သည်။ Full Ceiling Lamina Flow Ventilation System ပြုလုပ်ရမည့်အစား operation table ၏ အနီးကိုသာ Lamina Flow ဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ပြီး air curtain ဖြင့်ကာရံထားခြင်းဖြင့် energy အတွက် ကုန်ကျစရိတ်ကို လျော့နည်းစေ နိုင်သည်။

Air Curtain ကို Linear slot Diffuser များဖြင့်ပြုလုပ်နိုင်သည်။ Operation table ၏ လေးဘက်တွင် air curtain များဖြင့်ကာရံထားသည်။ Linear slot diffuser များကို operating table မှ အနည်းဆုံး ၃ ပေ ခွာ၍တပ်ဆင် ထားရမည်။ ခွဲစိတ်သူများ၊ ခွဲစိတ်ကိရိယာများ clean zone အတွင်းတွင် လုံခြုံစွာ ရွေ့လျားသွားလာနိုင်ရန်အတွက် ခွဲစိတ်ကုတင်မှ အနည်းဆုံး ၃ ပေ ခွာထားခြင်းဖြစ်သည်။ Linear air diffuser များမှ supply air သည် ဒေါင်လိုက်မျဉ်း (vertical line) မှ ၁၅ ဒီဂရီ ထောင့်ဖြင့်ထွက်လာအောင် ပြုလုပ်ထားရမည်။ ၁၅ ဒီဂရီထောင့်ဖြင့်ထွက်လာသော supply air များသည် operating table နှင့် အနီးဝန်းကျင်အကြားတွင် အဆီးအတား (barrier) ကြားခံတစ်ခု အနေဖြင့် ကာရံပေးထားသည်။

Contaminated room air ကို အပြင်ဘက်ဆုံးနေရာ (outer boundary layer) မှတဆင့်ဆွဲငင်စုပ်ယူသွားပြီး (operating table) မှ အဝေးဆုံးဖြစ်သော exhaust grille များဆီသို့ရောက်သည်။ ထို့ကြောင့် contaminated room air များကို Dilution ဖြစ်စေသည့် နှုန်းပိုမိုမြင့်မားစေသည်။ လျှင်မြန်စွာ Dilution ဖြစ်စေသည်။



An integrated system of laminar flow and linear slot diffusers that minimizes mixing of room and supply air to create a controlled operating room work area.

Supply air ၏ 65% မှ 75% ပမာဏကို Lamina flow air diffuser မှထုတ်ပေးပြီး ကျန်သည့် 25% မှ 35% ကို Air Curtain မှ discharge လုပ်ပေးခြင်းဖြစ်သည်။ ခွဲစိတ်ခန်းအတွင်းသို့ ပြင်ပမှ အမှုန့်များ၊ အမှိုက်များ၊ ဗက်တီးရီးယားများ မဝင်ရောက်နိုင်ရန် အခန်းအတွင်းတွင် Positive Pressure ဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ထားရန် လိုအပ် သည်။ ထိုကဲ့သို့ Positive Pressure အနည်းငယ် ဖြစ်ပေါ်နေစေရန် အတွက် supply air volume သည် return air volume ထက် အနည်းငယ်များနေရန် လိုအပ်သည်။

Supply air volume နှင့် return air volume ကွာဟချက် အရမ်းများမနေစေရန်လည်း သတိပြု သင့်သည်။ အကြမ်းအားဖြင့် return air volume သည် supply air volume ၏ 85% ခန့်ဖြစ်သင့်သည်။

Return air grille များကို ကြမ်းခင်းမှ ၃ လက်မ မှ ၆ လက်မ အကြားအကွာတွင် တပ်ဆင်ထားသင့်သည်။ ထိုကဲ့သို့ Exhaust (သို့) return air grille ကို low level တွင်တပ်ဆင်ထားခြင်းကြောင့် contaminated air နှင့် လေထက်လေးသည့် gas များ၊ ဖုန်များ၊ အမှုန့်များကို စုပ်ယူသွားစေနိုင်သည်။ Return air grille ၄ ခု ကို နံရံလေးဘက်စလုံးတွင် တပ်ဆင်ထားရမည်။ နံရံလေးတစ်ဘက်လျှင်တွင် return air grille တစ်ခုကျစီ တပ်ဆင် ထားရမည်။ အကယ်၍ နံရံလေးဘက်စလုံးတွင် return air grille များ တစ်ခုစီ တပ်ဆင်ရန်မဖြစ်နိုင်ပါက ဆန့်ကျင် ဘက် နံရံ ၂ ဘက်တွင် grille နှစ်ခုစီကို တပ်ဆင်နိုင်သည်။ အနီးကပ်ဆုံး နံရံနှစ်ဘက်တွင် grille နှစ်ခုစီ တပ်ဆင်ရန် အတွက် မသင့်ပါ။ ထိုသို့တပ်ဆင်ခြင်းဖြင့် contaminated air များ operating table အနီးသို့ ရောက်ရှိသွား နိုင်သည်။

Ceiling Construction

ခွဲစိတ်ခန်းများ၏ မျက်နှာကြက် (ceiling) တည်ဆောက်ပုံသည် air distribution system အတွက် အလွန် အရေးကြီးသည်။ supply air များ pressurization ဖြစ်ရန် အတွက် Ceiling ကို plenum box အဖြစ် တည်ဆောက် ရမည်။ ခွဲစိတ်ခန်းမျက်နှာကြက် တည်ဆောက်ပုံ ၃ မျိုးရှိသည်။

က) Dry wall ceiling
ခ) Gasket T-bar ceiling
ဂ) Combination of Dry wall and T-bar ရောထားသည့် ပုံစံမျိုးတို့ဖြစ်သည်။

ဆေးရုံ၊ ဆေးခန်းများ၊ ကုသရေးဆိုင်ရာ အဆောက်အဦးများ ၏ Air Conditioning System သည် comfort ဖြစ်ရုံသာမက ရောဂါ မပြန့်ပွားအောင် တားဆီးပေးနိုင်ရမည်။ supply air ၏ အပူချိန်ကို အတိုးအလျှော့လုပ်ခြင်းဖြင့် အခန်း၏ အပူချိန်ကို ထိန်းထား(Controlလုပ်ထား)ရမည်။ Air flow rate ကို နည်းအောင် များအောင် ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် အခန်းအပူချိန်ကို control မလုပ်ရပါ။ အခန်းအတွင်းတွင် အပူချိန် မြင့်သည်နေရာ၊ အပူချိန်နိမ့်သည့်နေရာ မဖြစ်ပေါ်အောင် ပြုလုပ်ထား ရမည်။ အခန်းအတွင်းတွင် uniform temperature ဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ထားရမည်။ အခန်းအတွင်း တစ်နေရာနှင့် တစ်နေရာ အပူချိန်ကွာဟချက် (Temperature gradient) များပါက မလိုလားအပ်သည့် Air movement ကိုဖြစ် ပေါ်စေသည်။ အခန်းတစ်ခုလုံး Temperature Distribution သည် homogenous ဖြစ်နေသင့်သည်။ High contaminated area များတွင် air velocity သည် 0.2 m/s ထက် မကျော်သင့်ပေ။ လူနာများထားသည့်

patient အခန်းများတွင် 0.1 m/s velocity သည်သင့်လျော်သော velocity ဖြစ်သည်။ Air velocity ကို 0.45 ± 0.10 m/s တွင် ထိန်းထားခြင်းဖြင့် unidirectional lamina flow pattern ကို ရရှိနိုင်သည်။

Air Change per Hour (ACH) သည် contamination နေရာများအတွက် အလွန်အရေးပါသည်။ လူနာများ ထားသည့် patient room များအတွက် ထုံးစံအားဖြင့် 2 ACH – 6 ACH အတွင်း ဖြစ်သည်။ Critical room များ အတွက် 12 ACH အထိ ထားပေးသည်။ Surgical Operating theatre များအတွက် 15 ACH မှ 25 ACH အထိ ရှိနိုင်သည်။

End